

基于地磁车辆检测器的测速系统研究

贾强

交科院检测技术(北京)有限公司, 北京 100000

[摘要] 通过对比分析了传统的地感线圈、视频、雷达等测速系统的应用现状,明确了现存各种检测方式的不足。基于此,本文提出了一种新型的基于地磁车辆检测器的测速系统,介绍了该系统的组成、工作流程和应用领域;重点分析了基于地磁车辆检测器的车辆速度检测原理和算法流程;对该系统进行了实地速度测试和超速抓拍试验,验证了该系统的有效性。整个系统运行稳定可靠,速度检测精度基本符合应用需求。通过深入分析影响测速精度的各主要因素,提出了进一步提高测速精度的改进措施。

[关键词] 磁阻传感器; 地磁检测; 车辆检测器; 测速系统; 超速抓拍

Research on Velocity Measurement System Based on Geomagnetic Vehicle Detector

JIA Qiang

Academy of Communications Technology (Beijing) Co., Ltd., Beijing, China 100000

Abstract: By comparing and analyzing the application status of traditional velocity measurement systems such as ground sensing coil, video, radar, etc., the shortcomings of the existing detection methods are clarified. Based on this, a new speed measuring system based on geomagnetic vehicle detector is proposed in this paper. The composition, workflow and application fields of the system are introduced. The principle and algorithm flow of vehicle velocity detection based on geomagnetic vehicle detector are emphatically analyzed, and the field velocity test and overspeed capture test are carried out to verify the effectiveness of the system. The operation of the whole system is stable and reliable, and the precision of speed detection basically accords with the requirements of application. Through in-depth analysis of the various factors affecting the accuracy of velocity measurement The main factors, put forward the further improvement measures to improve the accuracy of velocity measurement.

Keywords: Magnetoresistive sensor; Geomagnetic detection; Vehicle detector; Velocity measuring system; Overspeed capture

引言

地感线圈测速就是在公路车道上安装两个感应线圈,车辆经过两个感应线圈后,就可以根据车辆经过两个线圈所使用的时间,来计算出车辆的实际行进速度。这种测速方法虽然准确度比较高,但是,在安装线圈的时候,往往会给公路带来一定程度的破坏,同时,线圈的使用寿命也是比较低的;视频测速就是在车道上方安装测速摄像头,并采用图像处理技术来对车辆的行进速度进行判断。这种方式不仅可以计算出车辆的行进速度,判断车辆是否超速行驶,还能对车辆的其他违章行为进行记录,且取证容易。不过,该方式容易受到天气因素的影响,如果出现大雾或大雨天气,那么视频测速的准确性就无法得到有效保障;雷达测速就是利用多普勒效应,当车辆向前行驶时,雷达所发射的电磁波会射到车辆上,并将车辆的行驶信息反射出来,这种测速方式虽然能准确计算出车辆的行进速度,但是却很容易出现误检现象,无法保证目标锁定的准确性;地磁测速是一种新型的测速方式,就是在道路中间香车辆的行进方向埋设两个车辆检测器,然后再根据车辆通过两个检测器时所使用的时间,来判断出车辆的实际行驶速度,这种测速方式不仅安装比较简单、成本比较低廉,且准确性也是非常高的。目前,我国常用的车辆测速系统主要有以下四种:地感线圈测速、视频测速、雷达测速以及地磁车辆检测器测速等,本文就对地磁车辆检测器测速系统进行研究。

1 系统组成

地磁式测速系统主要由以下几个部分组成:地磁车辆检测器、应用系统以及中央控制器。应用方法为:在道路行进方向安装两个地磁车辆检测器,两个检测器之间应保持一定的距离,并在同一车道内,车辆在驶过两个检测器时,会产生一个时间数据,然后检测器会将时间数据传送到中央控制器中,中央控制器会判断车辆行驶速度是否超出要求,如果车辆超速的话,控制器会传输到后端的应用系统,然后再利用综合管理平台来实现对超速车辆的抓拍与交通诱导。

2 车辆速度检测原理

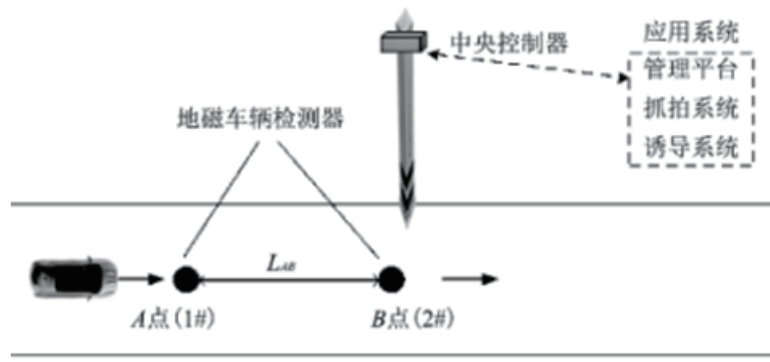


图1 地磁测速系统的组成

图1显示,在车道的中间的A点与B点分别埋设1号与2号车辆检测器,两点之间的距离为LAB。地磁车辆检测器的主要原理就是,当车辆行驶压过地磁车辆检测器时,会出现一定的磁场变化,而地磁车辆检测器则可以利用这一磁场变化,来对车辆进行探测。电磁测速系统采用的是三轴磁场检测,就是对三轴磁场的变化情况进行判断,然后再根据阈值的比较,来判断道路上是否有车,有车输出1,无车则输出0,如果出现状态变化的话,车辆检测器会将变化信息传送给中央控制器,然后中央控制器再对信息进行进一步的判断,从而测算出车辆的行驶速度。车辆检测器中应采用两个阈值,一个是低阈值,一个是高阈值,这样能够有效提高车辆行驶速度检测准确性。而就目前来看,我国所采用的很多车辆检测器都是采用的单一阈值,这样的车辆检测器很难保证检测的准确性,很可能会出现多检以及误检等现象,在道路上,如果两辆车的距离比较近的话,还可能会出现漏检现象。

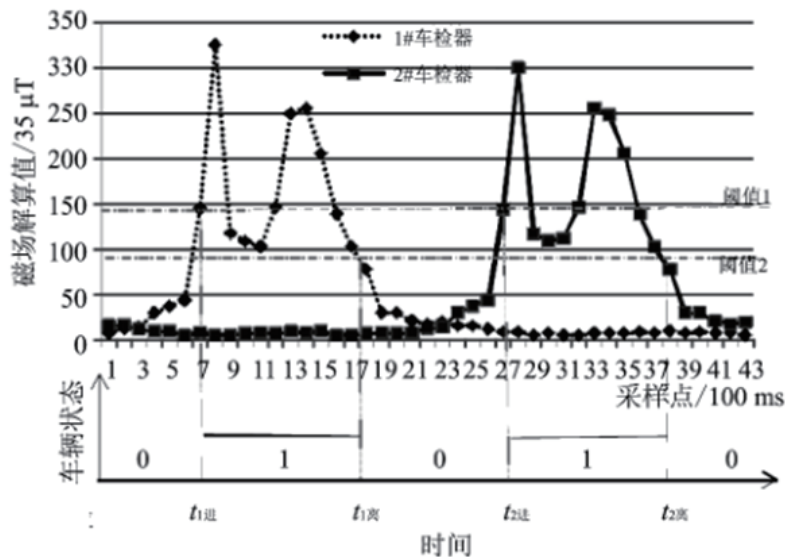


图2某出租车经过双检测器时的信号示意图

图2是某一出租车经过道路上两个车辆测器时的信号示意图,车辆检测器的高阈值为1,低阈值则为2,当车辆进入1号检测器检测范围后,时刻为 $t_{1进}$,当车辆驶出1号检测器检测范围时,时刻则为 $t_{1离}$,当车辆进入2号检测器检测范围及离开2号检测器检测范围时,则采用 $t_{2进}$ 以及 $t_{2离}$ 来进行表示。车辆进入时检差为公式(1),车辆进入的平均速度为式(2)

$$\Delta t_{进} = t_{2进} - t_{1进}, \quad (1)$$

$$\bar{v}_{进} = \frac{L_{AB}}{\Delta t_{进}} = \frac{L_{AB}}{t_{2进} - t_{1进}}. \quad (2)$$

同理,车辆离开的时间差为式(3),车辆离开的平均速度为式(4)

$$\Delta t_{\text{高}} = t_{2\text{高}} - t_{1\text{高}}, \quad (3)$$

$$\overline{v_{\text{高}}} = \frac{L_{AB}}{\Delta t_{\text{高}}} = \frac{L_{AB}}{t_{2\text{高}} - t_{1\text{高}}}. \quad (4)$$

平均速度为

$$\overline{v} = \frac{\overline{v_{\text{进}}} + \overline{v_{\text{出}}}}{2}. \quad (5)$$

为了使车辆驶进与驶出之间所用的时间得到精准的记录，在检测器中，应当安装精确度较高的时钟芯片，本系统所采用的车辆检测器为了减少功耗及成本，并没有采用时钟芯片。在车辆行驶过车辆检测器时，车辆检测器会将车辆的驶进及驶出信息传送到中央控制器中，然后中央控制器再采用高速定时器来对车辆驶进及驶出车辆检测器所使用的时间进行确定，从车辆进入 1 号检测器时开始计时，从车辆驶离 2 号检测器时结束计时，然后在通过车辆驶过两个检测器所使用的时间，来判断车辆的实际行驶速度。

3 算法研究与实现

车辆进入检测器及离开检测器时，均会向中央控制器传达信号，中央控制器再以此为依据来进行车辆行驶速度的测算。图 3 为车速测算方法。

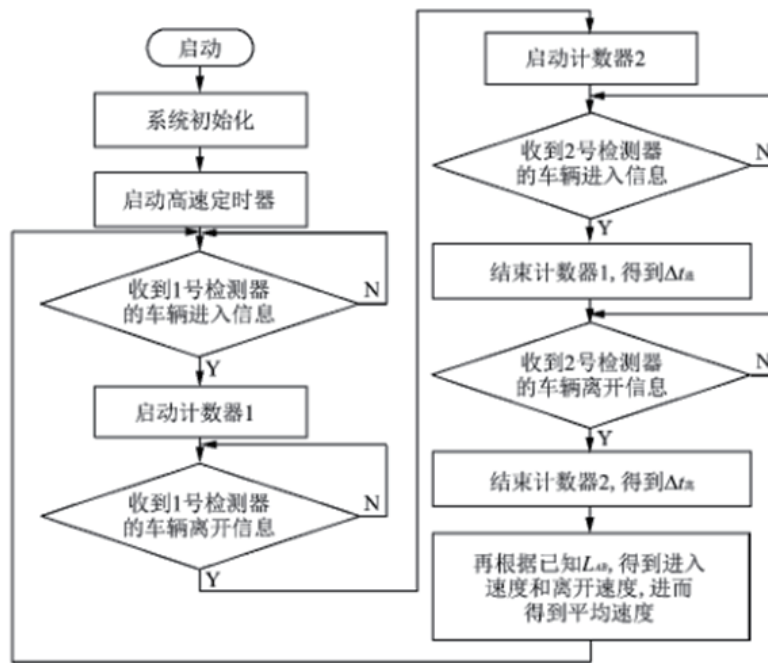


图 3 车速检测算法流程图

4 试验结果与误差分析

4.1 测速试验

在测试实验中，在测试道路上布置了两组测速系统，测速系统测速装置之间的距离为 6 米，车辆检测器采样频率为 10Hz，实际车速为车辆仪表盘上显示的车速，测试车速为测试系统检测出来的车速，通过测算可以得知，误差平均值为 5.49%，平均误差值比较小。

4.2 超速抓拍试验

在超速抓拍实验中，布置了一组测速系统，两个车辆检测器的间隔距离为 6 米，车辆检测器采样频率为 10Hz，高清摄像头的拍摄条件为车辆行驶速度超过 60km 每小时，在实际测试过程中，车辆的实际行驶速度为 70km 每小时，经多次试验，每次都成功启动了抓拍系统。

4.3 试验结果分析

通过测速与抓拍实验可以得知，这一种车辆测速系统的精准度还有着很大的提升空间，通过对检测原理的进一

步分析发现，影响测试精准度的匀因素主要有以下几点：车辆检测器的采用频率、车辆检测器的感应灵敏度以及信号传输过程中的延迟时间等。

4.3.1 车辆检测器灵敏度

在对车辆检测器进行安装的时候，如果两个检测器的安装方向以及高度不相同的话，会影响检测器的精准度，影响车辆驶进与驶出的时间差，将理想进入时间差定义为 $\Delta t'$ 进，将理想离开时间差定义为 $\Delta t'$ 离，并在此基础上，引入进入时间偏差灵敏度因子 α ，离开时间偏差灵敏度因子 β [4]。进而得到

$$\Delta t'_{进} = \Delta t_{进} + \alpha, \quad (6)$$

$$\Delta t'_{离} = \Delta t_{离} - \beta. \quad (7)$$

理想的进入平均速度、离开平均速度分别为

$$\overline{v'_{进}} = \frac{L_{AB}}{\Delta t'_{进}} = \frac{L_{AB}}{\Delta t_{进} + \alpha}, \quad (8)$$

$$\overline{v'_{离}} = \frac{L_{AB}}{\Delta t'_{离}} = \frac{L_{AB}}{\Delta t_{离} - \beta}. \quad (9)$$

平均速度为

$$\begin{aligned} \overline{v} &= \frac{\overline{v'_{进}} + \overline{v'_{离}}}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{L_{AB}}{\Delta t_{进} + \alpha} + \frac{L_{AB}}{\Delta t_{离} - \beta} \right) = \\ &= \frac{1}{2} \frac{L_{AB}(\Delta t_{进} + \Delta t_{离}) + L_{AB}(\alpha - \beta)}{\Delta t_{进} \Delta t_{离} + \alpha \Delta t_{离} - \beta \Delta t_{进} - \alpha \beta} \approx \overline{v}. \quad (10) \end{aligned}$$

由此可以看出，不仅车辆检测器的安装高度、安装方向会给系统的测速精准度带来误差，车辆传感器的灵敏度也会影响到系统的测速精准度。所以，在选择传感器时，应选择性能较高的磁阻传感器，并对车辆检测器的安装进行严格的控制，确保安装方向以及安装高度的一致性。

4.3.2 车辆检测器采样频率

车辆检测器是需要根据频率来进行采样的，所以，采样往往都存在一定的滞后性，将采样频率定义为 f ，并将理想进入时间差定义为 $\Delta t''$ 进，将理想离开时间差定义为 $\Delta t''$ 离，然后在引入影响因子 k 进与 k 离， $-1 < k$ 进 < 1 ， $-1 < k$ 离 < 1 ，进而得到

$$\Delta t''_{进} = \Delta t_{进} + \frac{k_{进}}{f}, \quad (11)$$

$$\Delta t''_{离} = \Delta t_{离} + \frac{k_{离}}{f}. \quad (12)$$

理想的进入平均速度、离开平均速度分别为

$$\overline{v''_{进}} = \frac{L_{AB}}{\Delta t''_{进}} = \frac{L_{AB}}{\Delta t_{进} + \frac{k_{进}}{f}}, \quad (13)$$

$$\overline{v''_{离}} = \frac{L_{AB}}{\Delta t''_{离}} = \frac{L_{AB}}{\Delta t_{离} + \frac{k_{离}}{f}}. \quad (14)$$

平均速度为

$$\begin{aligned} \overline{v} &= \frac{\overline{v''_{进}} + \overline{v''_{离}}}{2} = \frac{1}{2} \left[\frac{L_{AB}}{\Delta t_{进} + \frac{k_{进}}{f}} + \frac{L_{AB}}{\Delta t_{离} + \frac{k_{离}}{f}} \right] = \\ &= \frac{1}{2} \frac{L_{AB}(\Delta t_{进} + \Delta t_{离}) + L_{AB} \left(\frac{k_{进}}{f} + \frac{k_{离}}{f} \right)}{\Delta t_{进} \Delta t_{离} + \frac{k_{进}}{f} \Delta t_{离} + \frac{k_{离}}{f} \Delta t_{进} + \frac{k_{进} k_{离}}{f^2}} \approx \overline{v}. \quad (15) \end{aligned}$$

偏差影响因子在 -1 到 1 的范围内是具有随机性的，通过式 (15) 可以得知，采样频率越大，那么误差值就越小。

4.4 改进措施

为了使测速精准度得到有效提高,在选择传感器的时候,应选择灵敏性较好的磁阻传感器,并保证车辆检测器安装位置的统一性,同时,还需要尽可能的提高检测器的采样频率。为了防止车辆检测器向中央控制器传输信号时出现延时误差,在对车辆检测器进行设计的时候,可以设计上时钟芯片,并对时钟进行定期的同步,从而确保车辆检测器检测的准确性,避免误差问题的出现。

结论

本文主要对地磁车辆检测器测速系统进行研究,分析了这一测速系统的主要优势,并采用这一测速系统进行了测速实验与抓拍实验,通过实验可以得知,地磁车辆检测器测速系统的精准度还有有着很大的提升空间,下一步的研究工作将是提高测速精度,使该系统具有更大的应用价值。

[参考文献]

- [1] 谭宇婷,李梦珠.车辆检测地磁技术研究现状及趋势[J].科技创新与应用,2017(02):92.
- [2] 吴昌成,孙巍,华佳峰,陆宇.车辆检测器关键评价指标测试方法[J].中国测试,2016,42(S2):8-13.
- [3] 胡新宇,文志东,赵明富,宋涛,全晓莉.基于地磁传感器的无线车辆检测系统设计[J].激光杂志,2015,36(03):39-42.
- [4] 郭世伟.探讨高速公路微波车辆检测器应用问题与解决措施[J].通讯世界,2016(03):243.
- [5] 刘静娜.视频车辆检测器在高速公路上的应用[J].中国新通信,2016,18(03):132.
- [6] 陆增喜,王大力.一种修正测速雷达误差值的设计方法[J].沈阳工业大学学报,2015,37(04):423-427.